

УДК 622.82

**Д.И. Борисенко, канд. техн. наук***(Россия, Москва, Московский государственный университет технологий и управления  
им. К.Г. Разумовского)*

## **К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ АКУСТИЧЕСКОГО СПОСОБА ДИАГНОСТИКИ ОЧАГОВ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ С ПОЗИЦИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Степень совершенства какого-либо технического устройства в отношении осуществления в нём процессов передачи энергии или её преобразования из одной формы в другую характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД) – отношением полезно используемой в данном устройстве энергии, к суммарной подводимой энергии [1, стр. 248].

Поскольку полезная энергия всегда меньше затраченной, КПД всегда меньше единицы. Разницу между единицей и КПД принято называть потерями. Спрашивается: что и куда теряется? Ответ очевиден: устройство, придуманное человеком, и основанное на данном процессе передачи энергии или её преобразования из одной формы в другую теряет возможность использовать большее количество энергии.

С другой стороны, если человек придумывает технологию, в которой затрачиваемая энергия используется лишь частично, то это – проблемы человека. В природе же ничто никуда не теряется, просто так она, природа, устроена, что выделяющаяся в результате любого процесса энергия всегда расходуется на множество одновременно имеющих место явлений. Вероятнее всего, это множество бесконечно, то есть включает в себя абсолютно все природные явления (как открытые и изученные человеком, так и пока неоткрытые, и даже в принципе ему не доступные), просто соотношение энергии, расходуемой на те или иные явления, каждый раз может быть разным и отличаться от явления к явлению значительно (на десятки порядков).

Поскольку современные представления не позволяют однозначно описывать все физические явления в рамках единой теории, то вероятно объяснение взаимного перехода энергии и многообразие её видов следует искать на квантовом уровне – например, в лептонных взаимодействиях [2].

Из сформулированной выше гипотезы кроме чисто фундаментального интереса следует и практический смысл. Так, если предположение о трансформации энергии, выделяемой при одном (любом) процессе во все виды, верно, то должна быть и обратная связь. По наблюдаемым «побочным» явлениям, которые в технике принято относить к «потерям», можно получать информацию о процессе, в результате которого энергия выделяется.

Причём вид регистрируемого (критериального, сигнального) явления можно выбирать из условий удобства регистрации в каждом конкретном случае.

То есть если требуется диагностировать явление, в результате которого выделяется энергия и по изложенной выше гипотезе предполагается, что это явление сопровождается всеми возможными видами излучения (электромагнитным, тепловым, акустическим, рентгеновским и т.д.), то измеряя те виды излучения, которые в рамках стоящей задачи технически осуществимо регистрировать, мы можем получать информацию об изначальном явлении. В ряде случаев – когда методы регистрации сигнальных излучений основаны на эффектах более тонких, чем природа исходного явления – мы сумеем однозначно выявить причину, порождающую эти виды излучения то есть диагностировать изначальное явление, что, собственно, и требовалось. Под диагностикой понимается констатация факта исходного явления, определение местоположения зоны его реализации, её размера и пространственной ориентации, стадии и интенсивности, а также выявление специфических особенностей.

Поскольку каждый вид излучения, сопровождающего диагностируемое явление, характеризуется своими особенностями (направлением и скоростью распространения, проникающей способностью, диссипацией, интерференцией и т.п.), вообще говоря, зависящими от внешних условий, то и выбирать регистрируемые (критериальные, сигнальные) виды излучения следует, исходя из условий задачи. При правильном выборе сигнальных излучений и методик их регистрации в идеальном случае мы сможем полностью диагностировать явление, порождающее регистрируемые излучения. При отсутствии средств измерения, позволяющих регистрировать излучения, генерируемые некоторым явлением (например, пока не открытые), мы можем только констатировать факт изменения энергии и локализовать зону, в которой он имеет место, в пространстве и во времени. Безусловно, чем чувствительнее средства измерения, тем больше информации мы сможем получить. В предельном случае, когда величина изменения энергии при некотором процессе меньше разрешающей способности средств измерения и реакция системы, в которой протекает процесс, на внешнее воздействие не меняется, а генерируемые при этом излучения не изучены и не поддаются регистрации, то на данном уровне развития техники мы просто не сможем экс-

периментально обнаружить такой процесс, тем более провести его диагностику. или делать это с точностью, необходимой для изучения

В качестве одного из возможных примеров практической реализации изложенного подхода можно привести акустический способ идентификации и определения координат очагов пожаров и предшествующих возгоранию процессов в горном массиве, в котором процесс горения (или самонагревания некоторых горных пород, например, угля) диагностируется по акустическому излучению. Кроме приведённых выше характеристик (количества зон горения – очагов пожара, их координат и интенсивности процесса горения) по акустическому излучению можно снимать информацию о том, что именно горит.

Акустическое излучение в качестве сигнального выбрано потому, что во-первых, оно регистрируется на больших расстояниях от источника при прохождении через толщу горных пород, чем большинство известных видов излучения, а, во-вторых, методы и средства измерений именно акустических сигналов распространены в горном деле. Также доля энергии горения угля, переходящей в акустическое излучение, гораздо больше доли энергии, переходящей, например, в высокочастотное электромагнитное излучение, что значительно облегчает регистрацию именно акустических импульсов.

Упомянутый способ многократно воспроизводился в лаборатории и подтверждён в полупромышленных условиях [3].

Таким образом, соображения по поводу анализа природы «потерь» при процессе передачи энергии или её переходе из одной формы в другую позволяют рассматривать возникающие при этом излучения в качестве источников информации для диагностики первичного процесса. В частности, регистрация акустического излучения при подземном горении позволяет диагностировать очаги пожара.

#### Список литературы

1. Политехнический словарь [Текст] / Гл. ред. акад. А.Ю. Ишлинский. – 2-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 656 с.
2. Кусов, Н.Ф. Физическая энциклопедия [Текст] / Т.4– «Российская энциклопедия». Кусов Н.Ф., Борисенко Д.И./ Методология выполнения экспериментальных исследований по акустической диагностике очагов пожаров в угольных пластах в промышленных условиях// Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского. – 2010, №336. – С.122-127.

*Рекомендовано до друку проф. Бондаренко В.І.*